はじめに

みなさん，こんにちは！
この講座は，トップ＆ハイレベル化学の中でも「理論化学」という計算中心の講座です。

入試問題に出てくる計算は，パッと見，なんとも複雑で難度が高いと感じられるかもしれません。ただ，実際にはいずれもいくつかのパターンの組み合わせにしかすぎません。パズルと同じで，解き方の方向性さえ間違えず，ていねいに手順通り解いていけばいいだけです。

まずは問題を解いてみてください。最初は１問１問を解くのに時間がかかるかもしれません。まったくわからない，歯が立たないという問題もあるかもしれません。でも大丈夫。最初は誰だってそうです。ただ，あきらめるのではなく，どこがわからないか，どこでつまずいたかだけはしっかりと押さえておきましょう。それさえできていれば講義を観たときにスムーズに理解できると思います。

わたしは，あなたのプライベート講師です。
「先生はこの問題でこんなことを言っていたな……」と思い出せるくらい繰り返し講義を観てください。わたしの言葉が頭にしみ込むくらい繰り返し，繰り返し観てください。その際，単純に暗記するのではなく，「なぜ，この公式が成立するのか？」ということをしっかり考えることも大切です。すると気がついたときには，あなたにとって化学は身近な存在になっています。

ポイントさえ押さえれば，化学は高得点を狙える科目です。ぜひとも化学を克服し，得意科目にしてしまいましょう。

受験はあなたの夢を叶える第一歩。人生におけるターニングポイント。めったにないチャンスです。受験という試練をプラスに転じられるかどうかは，あなた次第です。人生においても何度も経験することのできない受験生活を通して，ひとまわりもふたまわりも成長してください。

まずは，この授業を通して「化学っておもしろい」「化学が好きになった」と思ってもらえれば幸いです。
ともに頑張りましょう！夢の実現のために。

坂田　薫

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

目次

第７章　　溶液　２

第25講　気体の溶解度①
第26講　気体の溶解度②
第27講　希薄溶液の性質①
第28講　希薄溶液の性質②
第29講　希薄溶液の性質③

第８章　　酸と塩基

第30講　酸と塩基①
第31講　酸と塩基②
第32講　酸と塩基③
第33講　酸と塩基④
第34講　酸と塩基⑤
第35講　酸と塩基⑥
第36講　酸と塩基⑦
第37講　酸と塩基⑧

第38講　平衡応用問題

第９章　　酸化還元

第39講　酸化還元①
第40講　酸化還元②
第41講　酸化還元③

第10章　　電気化学

第42講　イオン化傾向
第43講　電池①
第44講　電池②
第45講　電池③・電気分解①
第46講　電気分解②
第47講　電気分解③
第48講　電気分解④

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７章　溶液　２

第25講

1　気体の溶解平衡

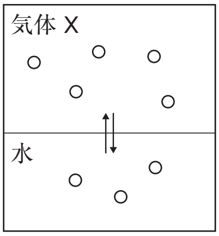
炭酸水の入ったびんの蓋をあけると，炭酸水から二酸化炭素が出ていく。また，炭酸水を常温で放置しても炭酸水から二酸化炭素が出ていく。このような現象はどうして起こるのか。気体の溶解平衡について考えていく。

(1)　気体の溶解平衡

(i)　温度との関係

気体の溶解度は，温度を上げると小さくなる。
温度を上げると気体の熱運動が激しくなり，気体が水中から気相へ出ていくためである。

これを平衡で考えるなら，気体の溶解平衡は発熱反応であり，温度を上げると平衡が左に移動し，溶解量が減少するためである。



X(気)$\rightleftarrows$X(水)＋QkJ

(ii)　表し方

大気圧(1.013×10^5Pa)のもとで一定量の水に溶解する量で表す。体積で表すときには，標準状態(0℃，1.013×10^5Pa)に換算したもので表すのが一般的である。

(2)　ヘンリーの法則

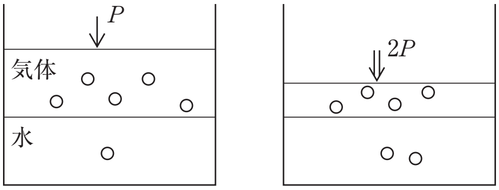
(1)の(i)で述べた，気体の溶解平衡の平衡定数を表すと

$$K=\frac{[\mathrm{X(水)}]}{[\mathrm{X(気)}]}=\frac{[\mathrm{X(水)}]}{\dfrac{P_x}{RT}}$$

これより，

$$[\mathrm{X(水)}]=\underbrace{\frac{K}{RT}}_{\text{定数}}\cdot P_x$$

となり，これより，気体の溶解量は圧力(混合気体の場合には分圧)に比例することがわかる。これがヘンリーの法則である。



（圧力を２倍にすると
水に溶解する気体のmolも２倍）

⑶　気体の溶解平衡の計算

⑵のヘンリーの法則で確認した通り，気体の溶解量は気体の圧力（分圧）に比例する。また，水の量が増加すれば，そのぶん気体の溶解量は増加するため，水の体積にも比例する。

気体の溶解量＝溶解度×圧力倍×水の体積倍

例　N_2は0℃，1×10^5 Paのもとで水1Lに1×10^{-3} mol溶解する。0℃，3×10^5 PaのもとでN_2は水2Lに何mol溶解するか。

解：6×10^{-3} mol

注：気体の溶解量を体積で問われている場合，条件をしっかり確認しなくてはならない。気体の体積は温度と圧力の条件により，大きく変化するためである。

（i）　圧力

例　N_2は0℃，1×10^5 Paのもとで水1mLに0.022mL溶解する。0℃，3×10^5 Paのもとで水1Lに溶解するN_2は標準状態（0℃，1×10^5 Pa）に換算すると何mLか。また，この条件のもとでは何mLか。

解：標準状態（0℃，1×10^5 Pa）下66mL　この条件下22mL

（ii）　温度

例　20℃，1×10^5 Paのもとで水1mLに溶解するN_2は標準状態（0℃，1×10^5 Pa）に換算すると0.015mLである。20℃，3×10^5 Paのもとで水1Lに溶解するN_2は標準状態（0℃，1×10^5 Pa）に換算すると何mLか。また，この条件のもとでは何mLか。

解：標準状態（0℃，1×10^5 Pa）下45mL　この条件下16mL

第25講　演習問題

1　次の文を読み，問1～問3に答えよ。ただし，気体は理想気体としてふるまうものとする。また，必要があれば次の数値を用いること。原子量H＝1.00，C＝12.0，N＝14.0，O＝16.0，気体定数$R = 8.31 \times 10^3$ Pa·L/(mol·K)

一般に，溶媒への気体の溶解度は温度が低くなると［(a)］くなる。温度が低いときは気体分子の熱運動がおだやかであるため，溶媒分子と気体分子の間にはたらく［(b)］のために，多くの気体分子が溶媒中に存在する。一方，温度が高くなると，気体分子の熱運動が激しくなり，［(b)］を振り切って，溶媒から飛び出していく気体分子が多くなる。

一定温度における溶媒への気体の溶解度については，ヘンリーの法則が成り立つ。ヘンリーの法則は，溶解度が［(c)］く，溶媒と［(d)］しない気体に対して，圧力のあまり高くない範囲で成り立つ。

問1　文中の［(a)］～［(d)］にあてはまる最も適当な語句を記せ。

問2　空気はO_2とN_2が20：80の体積比で混合した気体とみなせる。20℃で，1.00Lの水に1.01×10^5 Paの空気が接しているとき，この水の中に溶けているO_2は何mgか。有効数字2桁で求め，数値を記せ。ただし，20℃での1.00Lの水へのO_2の溶解度は，O_2の分圧が1.01×10^5 Paのとき，1.40×10^{-3} molである。

問3　水への気体の溶解度測定に関して，30℃，1.01×10^5 Paにおいて以下の実験を行った。

［操作1］　内容積が100.00mLの注射器に50.00mLの気体のCH_4をとり，注射器の先端を閉じた。

［操作2］　［操作1］の注射器の先端を再び開き，空気が入らないように50.00mLの水をとり，注射器の先端を閉じた。

［操作3］　［操作2］の注射器を充分振り，CH_4を溶解させた。

この実験について以下の問いに答えよ。

溶け残ったCH_4の体積は48.40mLであった。30℃での1.00Lの水へのCH_4の溶解度は，CH_4の分圧が1.01×10^5 Paのとき，何molか。有効数字2桁で求め，数値を記せ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　次の文章を読み，下の問い（問1～3）に答えよ。

表　分圧1.0×10^{5}Paにおける二酸化炭素と窒素の水1.00Lへの溶解量

	二酸化炭素	窒素
0℃	7.7×10^{-2}mol	1.0×10^{-3}mol
20℃	3.9×10^{-2}mol	6.8×10^{-4}mol

右の表は，分圧1.0×10^{5}Pa，温度0℃および20℃において，水1.00Lに溶解する二酸化炭素と窒素の物質量を表している。

温度，圧力，体積を変えられる容器を用意し，次の操作(1)～(3)を順に続けて行った。以下では，ヘンリーの法則が成り立つとし，水の体積変化および蒸気圧は無視できるとする。また，気体定数は8.3×10^{3}Pa·L/(mol·K)とする。

操作(1)　この容器に水1.00Lを入れ，圧力2.0×10^{5}Paの二酸化炭素と20℃において平衡状態にした後，密閉した。このとき，容器中の気体の二酸化炭素の体積は0.20Lであった。

操作(2)　次に，密閉状態を保ち，体積一定のまま，全体の温度を0℃に冷却し，平衡状態にした。

操作(3)　さらに，容器の体積を変えずに，温度を0℃に保ちながら，二酸化炭素を逃がさないように容器に気体の窒素を注入し，全圧2.0×10^{5}Paにおいて平衡状態にした。

問1　操作(1)の後，水に溶けている二酸化炭素の質量を有効数字2桁で求めよ。

問2　操作(2)を行った後の，気体の圧力および水に溶けている二酸化炭素の質量を有効数字2桁で求めよ。ただし，水は液体の状態を保っていたとする。

問3　操作(3)の後，水に溶けている二酸化炭素の質量を有効数字2桁で，水に溶けている窒素の質量を有効数字1桁で求めよ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　確認テスト

1　下記のヘンリーの法則に関する記述について，問いに答えよ。

水に対する気体の溶解度は，一般に温度が高いほど［①］なる。これは，温度が高くなると，気体分子の［②］が激しくなるためである。温度が一定ならば，気体の水への溶解度は，その気体の［③］に比例する。これをヘンリーの法則という。

問１　上の文章を完成させるのに，［①］～［③］に入れるべき語句の正しい組み合わせはどれか。

	［①］	［②］	［③］		［①］	［②］	［③］
㋐	小さく	熱運動	体積	㋑	小さく	熱運動	圧力
㋒	大きく	熱運動	体積	㋓	大きく	熱運動	圧力

問２　次に示す気体(a)～(d)のうち，水に溶解するときヘンリーの法則が適用できるもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

(a)　H_2　　(b)　N_2　　(c)　NH_3　　(d)　CH_4

㋐　(a)，(b)，(c)　　㋑　(a)，(b)，(d)　　㋒　(a)，(c)，(d)　　㋓　(b)，(c)，(d)

問３　ヘンリーの法則が成立する理想気体が，ある温度と圧力のもとで，一定量の水と接している。いま，気体の圧力がP(Pa)のとき，水に溶解している気体の物質量および体積をそれぞれn(mol)およびV(L)とすると，温度一定のままで気体の圧力を3倍にしたとき，溶解した気体の物質量(mol)はいくらか。また，そのときの圧力下での溶解した気体の体積(L)はいくらになるか。正しい組み合わせを選べ。

	物質量(mol)	体積(L)		物質量(mol)	体積(L)
㋐	n	V	㋑	n	$3V$
㋒	$3n$	V	㋓	$3n$	$3V$

2　酸素は0℃，1atmで100mLの水に7.0×10^{-3}g溶ける。0℃，5atmの空気が100mLの水に接しているとき，溶けている酸素は何gか。次の中から最も近いものを一つ選べ。

㋐　1.4×10^{-3}g　　㋑　5.6×10^{-3}g　　㋒　7.0×10^{-3}g　　㋓　9.5×10^{-3}g

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

演習問題解答

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　演習問題

1

問１　(a)　大き　(b)　分子間力　(c)　小さ　(d)　反応

問２　9.0 mg

問３　1.3×10^{-3} mol

2

問１　3.4 g

問２　1.1×10^{5} Pa，3.7 g

問３　二酸化炭素 3.7 g，窒素 3×10^{-2} g

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

確認テスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　確認テスト

1　問１　㋑　　問２　㋑　　問３　㋒　　2　㋒

【解説】

1

問１　気体の溶解度は温度が高いほど小さくなる。気体の熱運動が激しくなり，水中の気体が気相へ出て行くためである。また，溶解度はその気体の分圧に比例する。

問２　溶解度の極めて大きいHCl，NH_3以外に適用できる。

問３　圧力を３倍にすると，molは３倍になるが，「その圧力下」での体積は不変である。

2　酸素は空気の約20％であるため，

$7.0 \times 10^{-3} \times (5 \times 0.2) \times 1 = \boxed{7.0 \times 10^{-3}}$ g

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。